



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO

CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

TRABALHO DE PROJETO

**EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS FROTAS DE AERONAVES
DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

NELSON BRANDÃO MARTINS FERREIRA

SETEMBRO - 2013



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO EM CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS EMPRESARIAIS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO TRABALHO DE PROJETO

**EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS FROTAS DE AERONAVES
DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

NELSON BRANDÃO MARTINS FERREIRA

ORIENTAÇÃO:

**PROFESSOR DOUTOR CARLOS ALBERTO PESTANA BARROS
TENENTE ADMINISTRADOR AERONÁUTICO BRUNO COIMBRA**

SETEMBRO – 2013

AGRADECIMENTOS

São as mãos que nos sustentam que nos ajudam a percorrer os longos caminhos com que nos deparamos diariamente. Neste sentido, durante o desenvolvimento do presente documento, o apoio de algumas entidades tornou-se fundamental para que a sua concretização fosse possível.

Em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Barros e coorientador Sr. Tenente Bruno Coimbra por toda a disponibilidade, esforço, dedicação e orientação, sem as quais não seria possível a realização deste trabalho. ¡Gracias!

A todos os militares que colaboram na recolha dos dados, em especial ao Sr. Tenente Coronel Santareno que sempre se mostrou disponível e dedicado. Danke!

Ao Sr. Tenente Coronel Jorge Pimentel, diretor do curso da Especialidade Administração Aeronáutica, pela sua preocupação, apoio e acompanhamento contínuo nesta reta final da minha formação. Grazie!

À minha família, em especial à minha irmã Juliana Ferreira, por todo o apoio e disponibilidade ao longo de toda esta caminhada. À Isabel Lobo, por toda a compreensão e motivação ao longo de todo este percurso. Merci!

A todos os meus Camaradas de Curso, em especial os meus Camaradas de Especialidade e ao Ricardo Simões que sempre me acompanharam e ajudaram nos momentos mais difíceis de todo o meu percurso académico. Thank you!

“Nada mais consigo responder, a não ser obrigado. E obrigado, obrigado para sempre.”

William Shakespeare (1564-1616) *in* A Décima Segunda Noite.

RESUMO

Este Trabalho Final de Mestrado estima a eficiência e a produtividade total nas frotas de aeronaves da Força Aérea Portuguesa (FA) desagregando a eficiência em eficiência pura (efeitos de gestão) e de escala (efeitos de dimensão) e decompondo a produtividade em eficiência técnica e variação de eficiência tecnológica. Utiliza-se o método *Data Envelopment Analysis* (DEA) que é um método não paramétrico.

Este tipo de análise tem sido aplicado a diversos tipos de entidades, em diferentes atividades, em contextos muito variados e em países diversos, mas quase nunca em organizações militares como a FA.

O objetivo desta análise consiste em avaliar a eficiência e a produtividade das frotas de aeronaves da Força Aérea Portuguesa no período de 2004 a 2012 de modo a encontrar melhorias a nível tecnológico e a nível organizacional que conduzam a um melhor desempenho das frotas.

Ao avaliar a produtividade total das frotas, conclui-se que apenas uma teve um crescimento de produtividade total, quanto que as outras tiveram uma diminuição da produtividade. Todas as frotas tiveram um crescimento da eficiência tecnológica. A nível da eficiência técnica os resultados foram inversos, todas à exceção de uma frota, tiveram uma diminuição desta eficiência.

As implicações decorrentes deste estudo prendem-se pelo facto de que as frotas devem melhorar a sua capacidade de gestão de maneira a que os seus recursos utilizados acompanhem a redução de horas de voo provocadas pelos cortes orçamentais ocorridos nos últimos anos.

Palavras-chave: *Data Envelopment Analysis*, *Malmquist*, Variação da Eficiência, Força Aérea Portuguesa

ABSTRACT

This Final Master Work estimate the efficiency and overall productivity in the Portuguese Air Force (FA) aircraft fleet disaggregating efficiency in pure efficiency (management effects) and scale (size effects) and decomposing productivity in technical efficiency and technology efficiency. The method used was the Data Envelopment Analysis (DEA) which is a nonparametric method.

This type of analysis has been applied to various types of entities, in different activities, in varied contexts and in different countries, but almost never in military organizations like the FA.

This analysis objective is to evaluate the efficiency and productivity of the Portuguese Air Force aircraft fleet in the period between 2004 and 2012 in order to find technological and organizational improvements that might lead to a better performance of the fleets.

Measuring the overall fleets' productivity, it is concluded that only one had a total productivity growth, as the others had a decrease in productivity. All fleets showed a growth in technological efficiency. On the other hand the technical efficiency results were inverse, all except for one fleet, had a decrease of this efficiency.

The arising implications of this study relate to the fact that fleets must improve their management capability so that their used resources follow the reduction of the flight hours caused by budget cuts occurred in recent years.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Malmquist, Efficiency Variation, Portuguese Air Force

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE.....	IV
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE ANEXOS	VII
ABREVIATURAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO EM ESTUDO.....	10
3.1 A Força Aérea e a Sua Origem	10
3.2 Componente Operacional.....	13
4. REFERÊNCIA TEÓRICA.....	16
5. METODOLOGIA	17
5.1. Medidas de Orientação.....	17
5.2. Determinação dos Resultados de Eficiência	18
5.3. Folga.....	21
5.4. CRS ou VRS	21
5.5. Variação da Eficiência	22

6.	RECOLHA DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	24
6.1.	Recolha dos Dados	24
6.1.1.	Identificação dos <i>inputs</i> , <i>outputs</i> e DMU's	24
6.1.2.	Obtenção dos Dados	26
6.1.3.	Construção da Tabela em Análise	29
6.2.	Características das variáveis	30
6.3.	Instruções a inserir no DEAP	30
6.4.	Análise dos Resultados	31
7.	CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS	34
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
9.	LEGISLAÇÃO CONSULTADA E OUTROS DOCUMENTOS	42
10.	ANEXOS.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Caracterização dos <i>inputs</i> e <i>output</i>	30
Tabela II - Resumo do índice <i>Malmquist</i> em função dos anos.....	31
Tabela III - Resumo do índice <i>Malmquist</i> em função das DMU's	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização da Força Aérea.....	12
Figura 2 – Exemplos de representações gráficas das hipóteses VRS e CRS.	18
Figura 3 – Exemplo de uma folga.	21
Figura 4 – Eficiência de Escala.	22

LISTA DE ANEXOS

Anexos I – Revisão da eficiência	45
Anexos II – Evolução da FA	46
Anexos III – Unidades Aéreas	48
Anexos IV – Tabela das Horas de Voo e Custos de Manutenção	50
Anexos V – Tabela dos Custos com Combustíveis e Lubrificantes.....	51
Anexos VI – Tabela dos Custos com o Vencimento	52
Anexos VII – Tabela Geral.....	53
Anexos VIII – Ficheiro de Instruções do DEAP	55

ABREVIATURAS

AFA – Academia da Força Aérea

BA – Bases Aéreas

CA – Comando Aéreo

CEMFA – Chefe do Estado-maior da Força Aérea

Cf. - Confrontar

CGA – Caixa Geral de Aposentação

CHV – custo da hora de voo

CRS – *Constant Returns to Scale*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DEAP – *Data Envelopment Analysis Program*

DFFA – Direção de Finanças da Força Aérea

DMU – *Decision Making Units*

ET – Eficiência Técnica

FA – Força Aérea Portuguesa

IIEX – Inspeções Exteriores à Força Aérea Portuguesa

INE – Instituto Nacional Estatística

IO – Investigação Operacional

IPC – Índice de Preço do Consumidor

ISEG – Instituto Superior de Economia e Gestão

LOFA – Lei Orgânica da Força Aérea

M – *Malmquist*

MCU – Material de Consumo da Unidade

MIU – Material de Inventário de Unidade

MLU – *Mid Life Update*

NNHV – número de horas voadas

Op. Cit. - *opus citatum* ou *opere citato* (obra citada ou da obra citada)

PMR – Pessoal de Manutenção

POL – Petróleo, Óleo e Lubrificantes

POR – Pessoal Operacional

RA – Repartição de Abonos

RDE – Reparações no Âmbito da Direção de Eletrotecnia

RMA – Reparações no Âmbito da Direção de Mecânica e Aeronáutica

RRA – Reparações no Âmbito da Repartição de Armamento

SCG – Sistemas de Controlo de Gestão

SI – Sistemas de Informação

SIBA – Sistema de Informação da(s) Base(s) Aérea(s)

SICOMB – Sistema de Informação de Combustíveis

SIG – Sistema Integrado de Gestão

SIPAV – Sistema de Informação de Processamento Automático de Vencimentos

SIPPO – Sistema de Informação de Planeamento, Programação e Orçamento

UA – Unidades Aéreas

UTL – Universidade Técnica de Lisboa

VRS – *Variable Returns to Scale*

1. INTRODUÇÃO

O presente Trabalho Final de Mestrado foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Contabilidade, Fiscalidade e Finanças Empresariais do Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG), da Universidade Técnica de Lisboa (UTL), com recurso a fontes de informação literária, dados específicos e ao modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA), de forma a obter informação concreta para a realização do estudo de caso.

O objetivo do presente trabalho recai numa análise da variação da eficiência, das frotas da Força Aérea Portuguesa (FA), nomeadamente o Aerospatiale Epsilon-TB 30, Chipmunk MK 20, Dassault/Dornier Alpha-Jet, Lockheed C-130 H/H-30 Hercules, Lockheed Martin F-16 AM, Lockheed P3C CUP+ORION, Marcel-Dassault Falcon 50, Sudaviotion – SE 3160 Alouette III, desde 2004 a 2012. Assim, pretende-se conhecer qual das frotas apresenta uma variação positiva da sua eficiência.

Esta análise será efetuada recorrendo aos *softwares* DEA nomeadamente o *Data Envelopment Analysis Program* (DEAP), versão 2.1, criado por Tim Coelli do Centro de Eficiência e Análise da Produtividade da Escola de Economia da Universidade de *Queensland* na Austrália.

Serão utilizando como *inputs* os Custos com os Combustíveis e Lubrificantes, Vencimento com o Pessoal Operacional e de Manutenção e Custos com a Manutenção; e como *output*, o número de horas de voo realizadas anualmente por cada frota.

O DEA tem a capacidade de comparar a eficiência de várias *Decision Making Units* (DMU) que desempenham funções similares entre si mediante o uso de múltiplos *inputs* na produção de múltiplos *outputs*. Este modelo é utilizado para equiparar DMU's com o objetivo de identificar as unidades relativamente ineficientes, medindo a sua

magnitude e, pela comparação das unidades ineficientes com as eficientes, descobrir formas para reduzir essa ineficiência. (Júnior & Mello, 2007)

Em 1957, como o intuito de ultrapassar uma lacuna existente nos modelos de avaliação de produtividade, Farrell cria uma abordagem de análise de atividade onde é possível avaliar a eficiência utilizando múltiplos *inputs* e *outputs* (Farrell, 1957). No entanto, é apenas em 1978 que surge, pela primeira vez, o nome DEA com Charnes, Cooper e Rhoder ao desenvolverem o modelo DEA-CCR, que adota a hipótese de rendimentos constantes de escala (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

Com o objetivo de alargar o modelo anteriormente referido para rendimentos variáveis de escala, é criado em 1984 o modelo DEA-BCC por Banker, Charnes e Cooper (Banker, Charnes, & Cooper, 1984).

Desde então, inúmeros modelos foram criados, sendo que, atualmente, são mais de cinquenta os modelos existentes que permitem avaliar um grande e diversificado número de entidades. Os dois modelos referidos anteriormente são os mais utilizados em toda a literatura sobre o DEA.

O tema deste projeto insere-se na Unidade Curricular Sistemas de Controlo de Gestão (SCG), sendo um dos objetivos desta, a elaboração de sistemas de avaliação da performance e de incentivos, tudo de acordo com a estratégia da empresa. Também se insere em Investigação Operacional (IO), uma vez que o seu objetivo é dotar e desenvolver nos alunos competências para identificar e abordar de forma fácil e estruturada problemas de decisão, construir modelos de problemas de decisão que permitam identificar qual a alternativa que traz mais vantagens, tanto a nível financeiro como a nível económico (www.iseg.pt).

A escolha do tema prende-se não só pela atual conjuntura económica, que obriga a uma redução de desperdícios, mas também e principalmente, pelo interesse que o autor deste trabalho revela pelas temáticas supramencionadas e a sua importância na organização onde exerce, a FA.

A utilização do modelo DEA neste tipo de análise tem como finalidade o aumento da eficiência e consequentemente a redução de desperdícios. No contexto atual apresenta uma mais-valia, pois o Orçamento atribuído é cada vez menor, pelo que as frotas, para poderem realizar as missões estipuladas anualmente, terão de conseguir melhorar a utilização dos seus *inputs*. Pois só assim se consegue voar o mesmo número de horas de voo com menos recursos.

Muito embora a FA tenha conseguido assegurar o cumprimento das missões de segurança humana essenciais, tais como, evacuação sanitária nos Arquipélagos da Madeira e Açores, policiamento aéreo e busca e salvamento, a capacidade para realizar as missões de âmbito militar encontra-se limitada e com tendência a degradar-se e, a sê-lo, com custos financeiros muito elevados (Força Aérea, 2012). Portanto, é necessário avaliar a eficiência das frotas de forma a perceber quais devem sofrer reduções a nível de *inputs*.

Este tipo de análise é realizado pela primeira vez na FA e abrange um ponto muito sensível, a hora de voo, que se traduz num dos *outputs* operacional com bastante relevância na operação de FA.

A grande motivação para este trabalho é poder contribuir com um conjunto de melhorias práticas que se traduzam em ganhos de eficiência, com o objetivo de melhorar a performance das frotas da FA, com processos e ações mais eficientes.

Este Trabalho Projeto encontra-se organizado em cinco eixos de análise, que apresentam em comum uma proposta de investigação da prática desenvolvida ao longo dos últimos oito meses, pelo que se caracterizam no culminar de um percurso académico-profissional, de formação pessoal.

Deste modo, o segundo capítulo, que se designa “Revisão da Literatura”, tem como principal finalidade a contextualização do estudo através do vínculo entre os pressupostos teóricos que sustentam o projeto e o trabalho prático desenvolvido na FA, mais concretamente com as frotas desta. Assim sendo, será apresentada uma revisão histórica do modelo DEA, bem como algumas definições referidas por alguns autores sobre o mesmo. Será ainda apresentada uma tabela com estudos anteriores.

O capítulo seguinte, intitulado “Caracterização da Instituição em Estudo”, incorpora uma breve apresentação da instituição na qual foi desenvolvida a parte prática ilustrada neste trabalho, assim como a sua estrutura organizacional. Além disso, será efetuada uma caracterização das frotas analisadas neste estudo, e referida a localização, bem como, as suas missões e elementos de programa.

No quarto capítulo, cujo título é “Referência Teórica”, será identificada e explicada a base teórica associada ao modelo DEA, bem como a sua revisão histórica.

Posteriormente, no capítulo cognominado “Metodologia”, será apresentado e clarificado o modelo que suporta o presente estudo.

O capítulo seguinte, que se designa por “Dados e Análise dos Resultados”, diz respeito ao trabalho prático, nomeadamente, à apresentação e explicação da escolha dos custos utilizados na análise, bem como o *output* considerado. Será, também, apresentada uma tabela final com todos os dados necessários a serem introduzidos no DEAP, bem

como uma explicação da obtenção dos dados. Além disso, serão referidas as instruções introduzidas no *software* para este tipo de análise e serão apresentados os resultados obtidos, assim como uma reflexão sobre os mesmos.

Por fim, no capítulo intitulado “Conclusões, Limitações e Pesquisas Futuras”, pretende-se fazer uma reflexão final de todo o trajeto percorrido ao longo destes meses de trabalho. Ou seja, quais os contributos do trabalho desenvolvido para a formação pessoal e profissional do autor deste documento, bem como, as potencialidades, os constrangimentos encontrados e o modo como estes foram contornados. Este capítulo incorpora, também, perspectivas de trabalho para o futuro, com vista à melhoria da instituição.

Os anexos estão divididos em sete partes que complementam este estudo enriquecendo-o com as Tabelas e Figuras essenciais à compreensão do mesmo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo tem como finalidade o enquadramento da prática desenvolvida ao longo dos oito meses nos pressupostos teóricos que o fundamentam. Assim, ao longo das seguintes páginas, serão focados os conceitos que mais significância mostraram para o desenvolvimento deste estudo.

Sendo este trabalho de cariz investigativo, cujo principal objetivo é analisar a variação da eficiência das frotas da Força Aérea Portuguesa (FA) desde 2004 a 2012, torna-se crucial referir o modelo no qual se enquadra, o *Data Envelopment Analysis* (DEA).

O DEA é uma técnica não paramétrica relativamente recente que avalia o desempenho de um conjunto de entidades denominadas por *Decision Making Units* (DMU), utilizando múltiplos *inputs* e *outputs* de forma a medir a eficiência em relação às fronteiras construídas por estes últimos (Barros & Peypoch, 2009). Por DMU entendem-se as entidades nas quais os *inputs* são transformados em *outputs*. Estas DMU's caracterizam-se por desempenhar tarefas semelhantes, ou seja, utilizam os mesmos *inputs* e desempenham as mesmas tarefas para produzir o mesmo produto, diferindo nas quantidades de recursos utilizados (*inputs*) e de produtos gerados (*outputs*) (Júnior & Mello, 2007). No presente trabalho, como DMU's, serão consideradas oito frotas da Força Aérea (FA).

A história do DEA inicia-se no ano 1957 quando Farrell é motivado pela necessidade de desenvolver novos métodos e modelos para avaliar a produtividade. Uma vez que os modelos utilizados até então eram muito restritivos, pois não conseguiam utilizar múltiplos *inputs*, Farrell (1957) propõe uma abordagem de análise

de atividade que lida mais adequadamente com o problema, alargando assim o conceito de produtividade para um conceito mais geral, a eficiência. Em termos de DEA, a produtividade é a variação da eficiência ao longo dos anos e a eficiência é a distância que esse DMU se encontra da fronteira de produção.

Segundo o mesmo, a eficiência consiste em duas componentes: a eficiência técnica, que reflete a capacidade de uma empresa para obter o *output* máximo de um dado conjunto de *inputs*; e a eficiência distributiva, que consiste na capacidade de uma empresa para usar os *inputs* em proporções ótimas, dado os seus respetivos preços. Estas medidas são, então, combinadas no sentido de proporcionar uma medida de eficiência económica total (González, Rubio, & Alaminos, 2007).

Alguns anos mais tarde, Charnes, Cooper & Rhoder (1978) procederam ao melhoramento do modelo anterior, criado por Farrel, construindo o DEA-CCR, sendo que CCR são as iniciais dos autores. Deste modo, introduziram, pela primeira vez, o nome de DEA. Este, adota a hipótese de Rendimentos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale – CRS*).

De forma alargar o modelo anteriormente referido, Banker, Charnes & Cooper (1984) criaram o modelo BCC, também constituído pelas iniciais dos autores, para a hipótese de Rendimentos Variáveis de Escala (*Variable Returns to Scale – VRS*).

Desde então, inúmeros modelos foram criados de forma a poderem avaliar a eficiência de diversos tipos de DMU's, por exemplo, Zhu, (2002) forneceu um número de modelos de DEA que podem ser utilizados na avaliação de testes de desempenho.

Atualmente, existem mais de cinquenta modelos DEA, sendo os modelos CCR e BCC os mais dominantes em economia, pois determinam a eficiência com a hipótese de convexidade (Barros, 2013).

Charnes, Cooper & Rhoder (1978) descrevem o modelo DEA como sendo um *“mathematical programming model applied to observational data [that] provides a new way of obtaining empirical estimates of relations - such as the production functions and/or efficient production possibility surfaces – that are cornerstones of modern economics”* (Cooper, Seiford, & Zhu, 2004)

Para Cooper, Seiford, & Zhu (2004) o DEA é uma abordagem que avalia o desempenho de um conjunto de entidades chamadas DMU que convertem vários *inputs* em vários *outputs*.

De acordo com Júnior & Mello (2007) os modelos DEA, além de identificar as DMU's eficientes, permitem medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes, que fornece o *benchmark* para as DMU's ineficientes. Esse *benchmark* é determinado pela projeção das DMU's ineficientes na fronteira de eficiência. A forma como é feita esta projeção determina a orientação do modelo: orientação a *inputs* - quando se deseja minimizar os *inputs*, mantendo os valores dos *outputs* constantes - e orientação a *outputs* - quando se deseja maximizar os resultados sem diminuir os recursos (Júnior & Mello, 2007).

Como refere Cooper, Seiforf, & Tone, (2000), o modelo DEA tem sido usado em DMU's que outrora foram avaliadas por outros métodos e as conclusões são interessantes. Por exemplo, um estudo de *benchmarking* com DEA identificou inúmeras

ineficiências em algumas empresas que serviam de referência quando avaliadas com outros modelos. Esta capacidade de uma maior precisão na análise da eficiência proporcionou um aumento na identificação de melhores pontos de referência em muitos estudos.

Nos últimos anos têm surgido vários estudos que utilizam o modelo DEA de forma a avaliar a performance de diversos tipos de entidades envolvidas em diferentes atividades, em contextos muito variados e em países diversos. São exemplo dessas DMU's os hospitais, universidades, campo, cidades, empresas, aeroportos, desempenho de países, entre outros (Cooper, Seiford, & Zhu, 2004).

De acordo com a pesquisa bibliográfica efetuada aquando da realização do presente documento escrito, não foi encontrado qualquer tipo de análise da eficiência, utilizando os modelos DEA, a aeronaves civis ou militares. Assim sendo, este trabalho é o primeiro na análise deste tipo de DMU's. O único estudo encontrado relacionado com as Forças Armadas, que utiliza o DEA, está referido na tabela presente no anexo I, juntamente com outros artigos.

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO EM ESTUDO

O presente capítulo visa uma apresentação sucinta da instituição sobre a qual incide este estudo. Deste modo, serão expostos e descritos os elementos que caracterizam essa mesma instituição – a Força Aérea Portuguesa (FA). Neste sentido, com este capítulo pretende-se fazer uma síntese destes elementos, segundo uma organização em dois subcapítulos.

No primeiro subcapítulo será referida a origem da FA, a sua estrutura e missão. No subcapítulo, intitulado “Componente Operacional”, serão descritas todas as frotas da FA que são alvo de análise deste trabalho bem como as esquadras de voo onde estas operam.

3.1 A Força Aérea e a Sua Origem

A 1 de Julho de 1952 a FA constitui-se como ramo independente das Forças Armadas, integrando as aeronaves incorporadas no Exército e na Marinha. Desde então, tem vindo a sofrer reestruturações, tanto a nível das infraestruturas, como a nível operacional (Pereira, 2010).

No que respeita às infraestruturas, as reestruturações que tiveram mais impacto estão presentes na figura 1 do Anexo II.

A nível operacional/meios as alterações também foram bastante acentuadas, passando de quinze tipos de frotas com um total de trezentas e onze aeronaves em 1975 para onze tipos com cento e nove aeronaves em 2012 (cf figura 2 do Anexo II). No entanto, atualmente o número de aeronaves operacionais foi reduzido para cento e um. (Barreira, 2013).

De acordo com a conjuntura económica vivida nestes últimos anos, a FA, bem como todas as outras instituições das Forças Armadas, foi obrigada a reduzir as suas despesas de modo significativo. Na FA torna-se notório nas horas de voo executadas nos últimos anos, bem como no número de pessoal efetivo, que tiveram uma redução de aproximadamente 24,65% (cf Anexo II, figura 3 e 4), sendo estas, as duas categorias com maior peso no orçamento. Assim, os atuais meios constituem-se na evolução possível, dentro dos cortes orçamentais, para manter a capacidade de execução dos elementos de missão (Diretiva N°7/2007, 2007).

Estas permanentes mudanças colocam, à FA, novos desafios com contornos cada vez mais exigentes, aos quais é preciso responder em tempo útil com recursos materiais e humanos adequados e em condições de segurança (Diretiva N°7/2007, 2007).

Em sentido restrito, Poder Aéreo, entende-se como a capacidade para o uso de plataformas operando o espaço aéreo para fins militares. Deste modo, a Missão da FA, conforme expresso na Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA), é

“participar, de forma integrada, na defesa militar da República, nos termos do disposto na Constituição e na Lei, sendo fundamentalmente vocacionada para a geração, preparação e sustentação de forças da componente operacional do sistema de forças” (Decreto de Lei N°232/2009 Capítulo I, Artigo 2°, 2009)

Torna-se necessário ainda de referir que, é igualmente da sua competência “Participar nas missões militares internacionais necessárias para assegurar os compromissos internacionais do Estado no âmbito militar,...”, (op. Cit., 2009, Artigo 2°).

Em termos de organização, a FA assume uma estrutura que está expressa no artigo 15º da LOBOFA – Lei orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (aprovada pela Lei Orgânica n.º 1 -A/2009, de 7 de Julho), estando toda a sua organização e hierarquização expressas na LOFA. O seu chefe máximo é o Chefe do Estado-maior da Força Aérea (CEMFA). A Figura I ilustra o organigrama da macroestrutura da Força Aérea em vigor à data do presente estudo (Estrutura da Força Aérea, 2013).

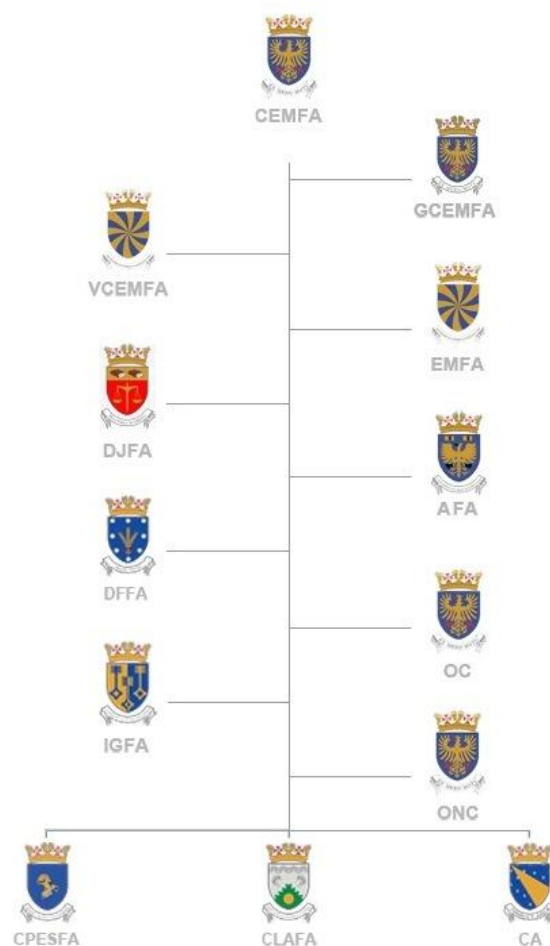


Figura 1 - Organização da Força Aérea.

3.2 Componente Operacional

Atualmente, a FA conta com onze Unidades Aéreas (UA) que operam um total de cento e uma aeronaves. Estas estão integradas em Bases Aéreas (BA) que se encontram na dependência direta do Comando Aéreo (CA).

As Unidades Aéreas (UA), também conhecidas como Esquadras de Voo, são o elemento nuclear da FA para a criação e projeção do Poder Aéreo, sendo para tal atribuída uma Missão, provida de Comando próprio, apetrechada dos meios humanos e materiais apropriados e enquadrada por uma orgânica e conceito de operação (Diretiva Nº7/2007, 2007).

No Anexo III encontra-se, de forma mais detalhada, a informação sobre as Unidades Aéreas, nomeadamente a sua missão e o seu elemento de missão.

A partir da Base Aérea Nº1 em Sintra, a Esquadra 101 – “Rongos” – é responsável pela instrução elementar e básica de pilotagem e por ministrar o curso de instrutor de fase básica. Possui atualmente dezasseis aeronaves do tipo Aerospatiale Epsilon TB 30. Também em Sintra, a Esquadra 802 – “Águias” – assegura a formação elementar dos futuros pilotos com seis aeronaves De Havilland Canada DHC-1 Chipmunk MK20, três planadores ASK 21 e três planadores L 23 Super Blanik. Estes dois últimos não serão tidos em consideração neste estudo, uma vez que são aeronaves não motorizadas e por isso não apresentam um impacto significativo em termos de despesa.

Na Base Aérea Nº 5 situada em Monte Real, operam as Esquadras 201 – “Falcões” – e 301 – “Jaguares” –, ambas equipadas com os caças Lockheed Martin F-16 MLU Fighting Falcon. Asseguram as missões de luta aérea defensiva, operações de

apoio aéreo ofensivo e interdição aérea para além de missões de apoio aéreo a operações do âmbito naval (Barreira, 2013).

A Esquadra 501 – “Bisontes” – opera na Base Aérea Nº 6, localizada no Montijo, com seis aeronaves de transporte C-130H Hercules das quais três foram atualizadas para a versão H-30. Esta Esquadra executa operações de transporte aéreo de cargas volumosas (viaturas pesadas), de busca e salvamento, lançamento de carga em paraquedas ou por extração a baixa altitude e também lançamento de paraquedistas. Ainda na Base Aérea Nº 6, encontra-se a Esquadra 504 – “Lince” – onde operam três Marcel-Dassault Falcon 50 em missões de transporte de personalidades, transporte de mercadorias do foro medicinal e verificação e calibração de ajudas à navegação.

No Montijo, encontra-se também a Esquadra 502 – “Elefantes” com doze aeronaves EADS C-295M que foram adquiridas com a finalidade de transporte militar de médio e curto alcance e a Esquadra 751 – “Pumas” – com doze helicópteros EH 101 Merlin, que efetuam operações de transporte tático e geral, busca e salvamento e de controlo marítimo (Barreira, 2013). Estas duas frotas referidas anteriormente, também não serão analisadas neste estudo uma vez que começaram a operar na FA após o período inicial da análise do estudo. Por outras palavras, o presente trabalho analisa o período decorrente entre os anos 2004 e 2012 inclusive e estas aeronaves só começaram a operar em 2007 e 2005 respetivamente.

Atualmente, operam seis aeronaves Dassault/DDornier Alpha-Jet pela Esquadra 103 – “Caracóis” –, estas executam, a partir da Base Aérea Nº 11 sediada em Beja, operações de apoio aéreo ofensivo e de apoio às forças de superfície bem como para a instrução avançada em aviões de caça e conversão operacional.

A Esquadra 552 – “Zangões” – opera também na Base Aérea Nº 11 com seis helicópteros ligeiros Sudaviation – SE 3160 Alouette III, utilizados para executar operações de “assalto, salvamento, evacuação sanitária, resgate no mar, patrulhamento, observação, transporte, apoio no combate a incêndios e instrução de voo.” (Sudaviation - SE 3160 Alouette III, 2013).

Por ultimo e ainda em Beja, a esquadra 601 – “Lobos” – executa operações de patrulhamento marítimo, busca e salvamento e opera também em diversas missões em ambiente terrestre com cinco aeronaves Lockheed P-3C CUP+ ORION.

“... as caraterísticas inatas desta aeronave, onde se destacam a sua enorme autonomia, raio de ação, velocidade, a disponibilidade para transportar sensores e armamento, operar de dia e de noite e em quaisquer condições meteorológicas, resultaram num sistema de armas extremamente versátil e flexível”. (Lockheed P-3C CUP+ ORION, 2013).

4. REFERÊNCIA TEÓRICA

Todos os modelos criados até hoje, independentemente da sua área, têm como base de sustentação uma teoria e o modelo DEA não é exceção. A teoria associada ao modelo DEA, abordado neste Trabalho Final de Mestrado, é a Teoria Baseada nos Recursos (em inglês *Resource Base Theory*).

Esta, tenta perceber de que forma os *inputs* utilizados na empresa podem condicionar os *outputs* por ela gerados. Segundo esta teoria, para se obter uma vantagem competitiva sustentada, é necessário o desenvolvimento e a obtenção de recursos valiosos, raros, inimitáveis e insubstituíveis (Cardeal, 2010).

Como refere Amit & Schoemaker (1993), uma empresa só tem vantagem competitiva sustentável se obtiver rentabilidade acima de média durante longos períodos de tempo.

Esta apoia a ideia de que as vantagens competitivas são obtidas a partir dos recursos (*inputs*) utilizados pelas empresas.

Os trabalhos seminais desta teoria remetem ao ano de 1984 com Wernerfelt a tentar formalizar esta teoria ao afirmar que “*para a empresa, os recursos e os produtos são as duas faces da mesma moeda*” (Wernerfelt, 1984).

No entanto, a ideia de ver a empresa como um conjunto de recursos foi explorada inicialmente por Penrose (1959), no qual referia que a empresa é vista como um conjunto de recursos produtivos, cuja forma de utilização é gerada ao longo dos tempos, em função das decisões administrativas.

Além disso, Newbert (2007) e Powell (2001) referem que esta teoria é reconhecida atualmente como uma das mais aceites na área da gestão.

5. METODOLOGIA

O modelo DEA usado neste Trabalho Final de Mestrado avalia a variação da eficiência das frotas da Força Aérea Portuguesa no período de 2004 a 2012. Este modelo é considerado uma técnica não paramétrica, que permite, não só incluir múltiplos *inputs* e *outputs* na fronteira de produção, mas também medir a eficiência em relação as fronteiras construídas ou então a sua variação ao longo dos anos (Barros & Dieke, 2008). Neste capítulo, pretende-se fazer uma abordagem à metodologia deste trabalho segundo uma organização em cinco subsecções.

No primeiro subcapítulo será efetuada uma distinção dos dois tipos de orientação do modelo DEA. Posteriormente, em “Determinação dos Resultados de Eficiência” será referenciado o modo como os resultados de eficiência são obtidos através do mesmo modelo, recorrendo primeiramente a uma explicação gráfica simples e depois a termos matemáticos mais complexos. De seguida, será abordado o conceito de folga e quando é que esta surge. No quarto subcapítulo será referido o tipo de eficiência que é calculada com a utilização dos modelos CRS ou VRS e as conclusões que se podem obter estudando os dois. Por fim, no último será explicado o modelo *Malmquist*, utilizado para o cálculo da variação da eficiência.

5.1. Medidas de Orientação

A análise da eficiência pode ser feita em duas direções: para os *inputs* e ou para os *outputs*. A primeira orientação é tomada quando se pretende responder à questão: quantas unidades de *input* podem ser reduzidas sem alterar as quantidades de *output* produzidas? A segunda é utilizada quando se pretende saber até quando se pode aumentar a produção sem ter que utilizar mais recursos (Barros, 2008).

A escolha do tipo de orientação depende da organização/empresa sobre a qual se pretende realizar o estudo. Em alguns casos, a escolha da orientação terá pouco impacto sobre os resultados obtidos (Coelli, 1996). No presente trabalho, a orientação será tomada no sentido dos *inputs*.

5.2. Determinação dos Resultados de Eficiência

A eficiência técnica, tal como foi referido anteriormente, consiste na capacidade que uma empresa tem para obter o *output* máximo de um conjunto de *inputs*. Esta é calculada sobre duas hipóteses, nomeadamente, Rendimentos Constantes de Escala (CRS) ou Rendimentos Variáveis de Escala (VRS). Neste trabalho, as siglas usadas para representar estas duas hipóteses serão as resultantes da designação em inglês.

De forma a perceber melhor como funciona o modelo DEA, abaixo, encontra-se a figura 2, que consiste num exemplo simples com um *input* e um *output*, onde a fronteira de produção em ambas as hipóteses é $f(x)$ e P uma empresa. Em ambos os modelos, a empresa P é ineficiente, pois não se encontra na fronteira $f(x)$. A sua ineficiência técnica pode ser representada pela reta BP, caso seja uma orientação para o *input* ou DP com orientação para o *output*. Deste modo, a Eficiência Técnica (ET) é expressa em percentagem pelo rácio de AB/AP e CP/CD , respetivamente.

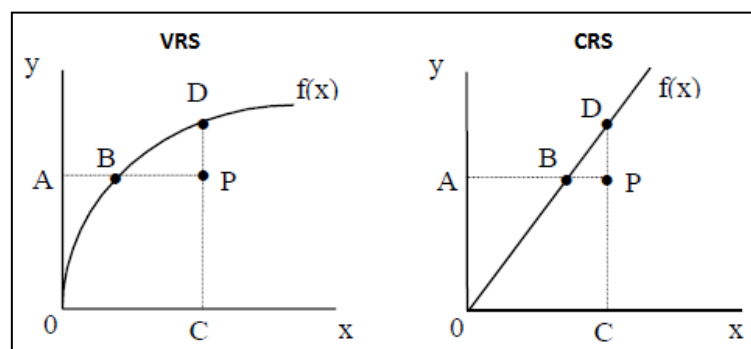


Figura 2 – Exemplos de representações gráficas das hipóteses VRS e CRS (Coelli, 1996).

Se os rendimentos de escala forem constantes as medidas de eficiência dadas numa orientação para os *outputs* ou para os *inputs* são iguais, como se pode verificar na figura 2.

O modelo DEA, normalmente, assume que todas as DMU têm a mesma capacidade de transformar um vetor de N *inputs*, denominado por x , num vetor de M *outputs*, denominado por y (Barros, 2008). Essa capacidade T pode ser definida como:

$$T = \{(x, y) \in \mathbb{R}_+^N \times \mathbb{R}_+^M : x \in \mathbb{R}_+^N \text{ produz } y \in \mathbb{R}_+^M\}. \quad (1)$$

Tendo todas as mesmas capacidades, qualquer DMU pode, ou não, estar na fronteira de eficiência. Caso alguma DMU não esteja nessa fronteira, a distância entre ela e a fronteira é denominada ineficiência técnica. Esta ineficiência pode ser causada por fatores endógenos à DMU, como por exemplo, o rigor nos registos dos consumos em cada esquadra, a capacidade de pilotagem de cada piloto, etc, e/ou exógenos, como a vida útil das aeronaves, políticas orçamentais, etc, e também alguns ruídos estatísticos.

Para estimar os resultados de eficiência de cada DMU j ($j = 1, \dots, n$), medindo a eficiência técnica com orientação para os *outputs*, é utilizado a seguinte função:

$$ET(x^j, y^j) = \max_{\theta} \{\theta : (x^j, \theta y^j) \in T\} \quad (2)$$

Caso seja uma orientação para os *inputs*, como é o caso deste trabalho de projeto, a função é representada da seguinte maneira (Barros & Dieke, 2008):

$$ET(x^j, y^j) = \min_{\theta} \{\theta : (\theta x^j, y^j) \in T\} \quad (3)$$

Na pratica, T é desconhecido e por isso é calculado um estimador, o \hat{T} :

$$\hat{T} = \left\{ (x, y) \in \mathfrak{R}_+^N \times \mathfrak{R}_+^M : \sum_{k=1}^n z_k y_m^k \geq y_m, m = 1, \dots, M, \times \sum_{k=1}^n z_k x_i^k \leq x_i, i = 1, \dots, N, z_k \geq 0, k = 1, \dots, n \right\} \quad (4)$$

Onde $z_k \geq 0$ ($k = 1, \dots, n$) são as variáveis na qual a maximização da eficiência técnica é feita. Este estimador é consistente para determinar a capacidade, T, considerando a hipótese de Rendimentos Constantes de Escala. Caso sejam Rendimentos Variáveis de Escala, ao estimador acima referido é adicionado a restrição $\sum_{k=1}^n z_k = 1$. Neste trabalho, considera-se VRS para conseguir ter mais poder discriminatório na análise das DMU's (Barros & Peypoch, 2009).

A escolha desta medida de eficiência baseou-se em duas razões. Em primeiro lugar, satisfaz um conjunto de propriedades matemáticas, tais como, continuidade, homogeneidade e indicação para todas as tecnologias que satisfazem certas condições de regularidade. Em segundo lugar, é um modelo de fácil utilização, direto na interpretação e, por esta razão, é o mais utilizado nos diferentes tipos de análise de eficiência.

As estimativas dos resultados de eficiência, $\widehat{ET}_j (j = 1, \dots, n)$, obtidas através da substituição de T por \hat{T} , são estimativas consistentes dos resultados de eficiência reais correspondentes a $\widehat{ET}_j (j = 1, \dots, n)$ (Barros & Dieke, 2008). Estes resultados variam entre 0 e 1, onde 1 corresponde a uma estimativa de eficiência perfeita, significando que a DMU encontra-se na fronteira.

5.3. Folga

De acordo com a figura 3, onde a função SS' representa a fronteira de produção para uma análise de dois *inputs* e um *output*, a DMU A e B são dois pontos ineficientes e a sua ET é $0A'/0A$ e $0B'/0B$, respetivamente. No entanto, é discutível se o ponto

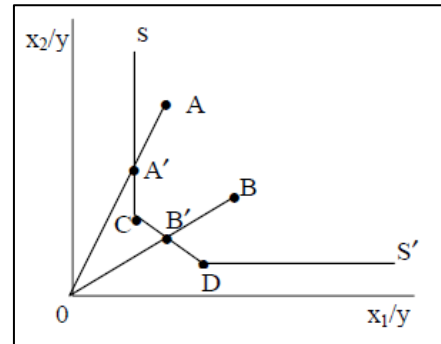


Figura 3 – Exemplo de uma folga (Coelli, 1996).

A' é eficiente ou não. Por um lado, A' deveria ser eficiente pois encontra-se na fronteira de produção, mas como se pode verificar na figura 3, o *input* x_2 pode ser reduzido no montante de CA' e continuar a produzir o mesmo resultado. Isto é conhecido como folga. Por outras palavras, designa-se por folga o deslocamento que a DMU faz ao longo da fronteira convexa para o seu ponto mínimo, situação descrita no gráfico, mas também o deslocamento da situação abaixo da fronteira (na função de custos) para a fronteira. (Coelli, 1996).

Nos casos onde existe múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*, estas folgas são mais difíceis de se obter. Alguns autores, como Ali & Seiford (1993), sugerem que a solução passe pela utilização do modelo DEA de duas fases ou de múltiplas fases. No entanto, o modelo de múltiplas fases é o mais recomendado.

5.4. CRS ou VRS

O VRS é utilizado quando todos os DMU's não estão em economia de escala. Este calcula apenas a eficiência “pura”, não considerando a eficiência de escala. Por

outro lado, o modelo CRS calcula a eficiência global, ou seja, a ET deste modelo inclui a eficiência “pura” e a eficiência de escala (Coelli, 1996).

Deste modo, quando a ET obtida pelo modelo CRS não é igual à obtida pelo modelo VRS, isto significa que existe ineficiência de escala. Esta ineficiência pode ser calculada pela diferença entre a ET de CRS e a ET de VRS.

Na figura 4, está representada a fronteira de um modelo DEA com CRS e com VRS para um exemplo com um *input* e um *output*. De acordo com o CRS a ineficiência técnica da DMU P é a distância de P até P_c , enquanto, no VRS, a ineficiência técnica vai de P até P_v . A distância de P_v até P_c é denominada de ineficiência de escala (Coelli, 1996).

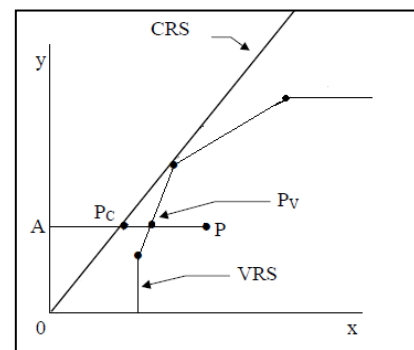


Figura 4 – Eficiência de Escala (Coelli, 1996).

Uma vez que o VRS não tem em conta a eficiência de escala, a ET obtida pelo modelo VRS é sempre igual ou superior a obtida no modelo CRS.

5.5. Variação da Eficiência

Quando o objetivo da análise é determinar a produtividade, ou seja, a variação da eficiência ao longo dos anos, o método a ser utilizado é o *Malmquist*. Resumidamente, este consiste em aplicar o algoritmo de programação linear DEA para a construção da fronteira de produção do período t e depois para o cálculo da razão entre as distâncias de dois pontos de produção de períodos distintos (t e $t+1$) de uma mesma unidade à fronteira assim construída (t) (Barros, 2008).

Färe, Grosskopf, & Lovell (1994) calculam o índice de *Malmquist* (M) como a média geométrica de dois índices, calculado tanto para o ano t como para o ano t+1 as tecnologias de referência como:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{d^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^t(x^t, y^t)} \times \frac{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

Onde x^t e y^t correspondem, respetivamente, a todos os *inputs* e *outputs* da DMU no período t, e d^t denota a distância à fronteira do período t medida em termos de eficiência técnica. Um valor de $M > 1$ indica um crescimento ou evolução do fator de produtividade total entre os períodos de t e t+1. Já um valor $M < 1$ indica uma diminuição da produtividade (Coelli, 1996).

Färe et Alii (1994) expressam a variação tecnológica e a variação de eficiência técnica como:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{d^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{d^t(x^t, y^t)}{d^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (6)$$

O primeiro rácio diz respeito à variação da eficiência técnica entre o ano t e t+1, enquanto o segundo é o índice de variação da tecnológica entre dois períodos avaliados em x^t e x^{t+1} .

6. RECOLHA DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo, que consiste na recolha dos dados e análise dos resultados obtidos através da aplicação do modelo DEA, decompõe-se em quatro partes. A primeira parte consiste na identificação dos *inputs* e *outputs*, na elaboração de uma tabela com todos os dados necessários para a realização da análise, bem como de que modo esses dados foram conseguidos. Na segunda parte são referidas as características das variáveis. Na terceira parte é referenciada a instrução necessária para fazer este tipo de análise. Na última, são interpretados os resultados obtidos no *software* DEAP, através da utilização do modelo *Malmquist*, no sentido de identificar a produtividade das frotas nos últimos anos e perceber e analisar os casos mais relevante.

6.1. Recolha dos Dados

6.1.1. Identificação dos *inputs*, *outputs* e DMU's

De modo a identificar quais seriam as variáveis a considerar como *inputs*, tornou-se necessário recorrer à diretiva 2/04 – Calculo Automático do Custo da Hora de Voo. Nesta diretiva encontra-se especificada a fórmula do custo da hora de voo (CHV) como sendo “o quociente do somatório dos valores dos fatores de custo que diretamente contribuem para a sustentação desse sistema de armas (e só estes) pelo número de horas voadas (NHV) por essa frota” (Diretiva N°02/2004, 2010). Estes fatores de custo são apenas os custos diretos e são classificados como Custos Fixos e Custos Variáveis.

Os Custos Fixos não variam no seu total para um determinado intervalo de tempo independentemente do nível de atividade ou volume produzido (Horngren, Datar,

Foster, Rajan, & Ittner, 2009) e neste caso são os Custos com o Pessoal de Manutenção (PMR), com Pessoal Operacional (POR), com o Material de Inventário de Unidade (MIU) e com Inspeções Exteriores à Força Aérea Portuguesa (IEX). Por outro lado, os Custos Variáveis dependem do nível de atividade ou volume produzido (Horngren, Datar, Foster, Rajan, & Ittner, 2009) sendo neste caso os Custos com Petróleo, Óleo e Lubrificantes (POL), Material de Consumo da Unidade (MCU), Reparações no Âmbito da Direção de Eletrotécnica (RDE), Reparações no Âmbito da Repartição de Armamento (RRA), Reparações no Âmbito da Direção de Mecânica e Aeronáutica (RMA).

Da análise dos custos referidos anteriormente, são utilizados apenas os que têm maior impacto na análise que se pretende. Assim sendo, os *inputs* considerados são os Custos com o Pessoal, onde são incluídos os PMR e os POR; os Custos com Combustíveis e Lubrificantes, que são os POL e os Custos com a Manutenção que abarca todas as reparações (RDE, RRA e RMA). Já as Horas de Voo serão consideradas como *outputs*.

Tal como referido anteriormente, como DMU's, serão consideradas as diferentes frotas. Os nomes destas serão abreviados de forma a facilitar a construção das tabelas. Deste modo, a aeronave Aerospatiale Epsilon-TB 30 será apresentada por Epsilon, o Chipmunk MK 20 por Chipmunk, o Dassault/Dornier Alpha-Jet por Alpha-Jet, o Lockheed C-130 H/H-30 Hercules por C-130, o Lockheed Martin F-16 AM por F-16, o Lockheed P3C CUP+ORION por P-3, o Marcel-Dassault Falcon 50 por Falcon e o Sudaviotion – SE 3160 Alouette III por Alouette III.

Em suma, a análise realizada no presente trabalho utiliza três *inputs*, nomeadamente Custos com o Pessoal, Custos com Combustíveis de Lubrificantes e Custos com a Manutenção; um *output*, as Horas de Voo; e oito DMU's, num período de

nove anos, 2004-2012, (9 anos * 8 frotas = 72 DMU's). Deste modo, é respeitada a convenção DEA que diz que o número de DMU tem de ser maior do que 3 vezes a soma dos *inputs* com os *outputs*. ($72 > 3(3+1)$), (Raab & Lichty, 2002)

6.1.2. Obtenção dos Dados

O Relatório de Atividades da FA, publicado anualmente, tem como objetivo “... *informar todos os ... resultados anuais alcançados e, simultaneamente, fornecer um documento de trabalho que possibilite uma leitura global e integradora das atividades realizadas, com vista a melhorar a eficiência operacional.*” (Relatório Anual de Atividades, 2005). Assim sendo, estes relatórios foram utilizados por forma a obter alguns dados, tais como, as horas de voo realizadas em cada ano por cada frota e os custos anuais que cada frota teve com a manutenção. No Anexo IV, estão apresentadas duas tabelas com esses dados. Os restantes *inputs* foram retirados dos Sistemas de Informação (SI) existentes na FA.

O Sistema Integrado de Gestão (SIG) entrou em funcionamento na FA no início de 2006, com o objetivo de integrar as funções financeiras, logísticas e de recursos humanos. Abrange as áreas de Contabilidade Pública, Orçamento, Contabilidade Analítica, Tesouraria, Compras e Gestão de *Stocks*. Este sistema tem como finalidade o aumento das funcionalidades existentes, quer a normalizar os processos, quer a otimizar recursos. Obtendo-se assim um ganho de eficiência pela redução dos custos administrativos, operacionais e também proporcionar um apoio importante na tomada de decisão. O sistema foi criado com o intuito de juntar todos os sistemas de informação

existente num só (Carvalho, 2007). Atualmente, no SIG são registadas todas as despesas efetuadas pela FA.

Antes do aparecimento do SIG, todas as despesas efetuadas eram registadas em quatro SI, nomeadamente o Sistema de Informação da(s) Base(s) Aérea(s) (SIBA), o Sistema de Informação de Gestão da Manutenção e Abastecimento (SIGMA), o Sistema de Informação de Combustíveis (SICOMB) e o Sistema de Informação de Processamento Automático de Vencimentos (SIPAV) (Jorge, 2012).

Nos dias de hoje, estes sistemas ainda existem e algumas informações são neles registados, mas a tendência é para trabalhar apenas com um sistema, o SIG.

Deste modo, os dados do *input* “Combustíveis e Lubrificantes”, para o período de tempo de 2004 a 2011, foram obtidos através do SICOMB e do SIG. Estes são registados no sistema pelas quantidades, em litros, de combustíveis e lubrificantes consumidos por aeronave em cada frota, nos diferentes anos. Depois de agrupar todos estes consumos por frotas, foi necessário saber o preço de cada combustível e lubrificante dos respetivos anos para assim obter o consumo em euros. A Secção de Combustíveis e Lubrificantes da Repartição de Material de Intendência, na Direção de Abastecimento, facultou os dados referentes ao registado de todos os preços de combustíveis e lubrificantes praticados nos diferentes anos. Assim, apenas foi necessário cruzar a informação recolhida com os respetivos consumos para obter os dados (Anexo V). Já para o ano de 2012, os consumos foram retirados do Relatório da Atividade de 2012.

Em termos de custos com os vencimentos o SIG ainda não se encontra totalmente atualizado de maneira a poder recolher os dados pretendidos. Deste modo, foi

necessário recorrer ao SIPAV e as tabelas de vencimentos para conseguir obter os dados do *input* “Vencimentos”.

Através do SIPAV é possível saber o número e posto dos militares que estavam em cada esquadra de voo nos diferentes anos. Mas estes quantitativos não são totalmente fidedignos pois o posto que o sistema dá dos militares é o atual e não o da altura em que o respetivo militar esteve a operar na esquadra de voo. Outro desvio face à realidade é o tempo exato de serviço na esquadra de voo. Para ultrapassar esta dificuldade foi criado o seguinte pressuposto na análise: Caso o militar entrasse ou saísse a meio do ano em estudo, seria contado como se estivesse o ano todo ao serviço da esquadra de voo. Por exemplo, o Capitão Alves foi colocado no dia 16 de Agosto de 2004 na esquadra 101 e saiu no dia 01 de Novembro de 2005. Deste modo considerou-se que o militar esteve ao serviço da esquadra no ano 2004 e 2005. Optou-se por este pressuposto de análise com o objetivo de facilitar o tratamento dos dados, caso contrário seria necessário analisar cada militar individualmente.

Os militares que desempenham funções na frota do Chipmunk também desempenham funções noutros lugares. O quantitativo de pilotos é garantido pela Academia da Força Aérea (AFA) e a sua manutenção é assegurada pela esquadra de voo 101. Deste modo, a remuneração dos pilotos será considerada em apenas 50% e do pessoal da manutenção, numa percentagem igual ao coeficiente entre horas de voo realizadas pelo Chipmunk e a soma das horas de voo deste com as do Epsilon.

A Repartição de Abonos (RA), na Direção de Finanças da Força Aérea (DFFA) constrói todos os anos tabelas de vencimentos. Estas contêm as remunerações que cada posto recebe nas diferentes situações, quadros permanentes, regime de contrato, suplementos, entre outros. Neste estudo, foi considerado que todos os militares que se

encontram nas esquadras de voo estão no quadro permanente. Apenas foram recolhidas as remunerações do pessoal nos quadros permanentes e o suplemento de subsídio aéreo que é atribuído aos militares que voam. Foi acrescentado, a cada remuneração, uma taxa de 7,5% nos anos de 2009 e 2010 e 15% em 2011 e 2012 relativas à contribuição da Entidade Patronal para a Caixa Geral de Aposentação (CGA).

Desta forma, os quantitativos foram multiplicados pelas respetivas remunerações obtendo assim os custos que a FA tem com o pessoal militar e cada frota, nos diferentes anos (cf. Anexo VI).

6.1.3. Construção da Tabela em Análise

Todos os dados pretendidos foram recolhidos e tratados tendo em conta os pressupostos para a construção da Tabela Final. Será criada a tabela referida que posteriormente será introduzida no *software* DEAP. Este programa tem algumas regras referentes ao modo como os dados devem ser introduzidos. Assim, a tabela terá em conta essas restrições para facilitar a análise dos dados.

Para a introdução dos dados no sistema são necessárias as seguintes instruções (conforme o regulamento do *software*). Apenas entram os valores da tabela e sem unidades; primeiro vem as colunas dos *outputs* e depois a dos *inputs*; a ordem dos anos é do mais antigo para o mais recente; e todos os dados têm que utilizar a (,) como separador de milhares e o (.) como separador decimal.

Todos os dados foram deflacionados ao ano de 2004, o que implicou o recurso à base de dados do Instituto Nacional Estatística (INE) para obter a taxa de inflação de cada ano. Foram recolhidas, da base de dados do INE, dois ficheiros. O Índice de Preços

do Consumidor (IPC) de 1977 até 2011 e 2012. Deste modo, a taxa de inflação foi calculada de acordo com os indicadores nacionais, anuais totais.

Estes índices não são harmonizados, pois esse tipo de indicador foi criado especialmente para se poder fazer uma comparação com os valores de inflação europeus.

Todos os dados foram deflacionados ao ano de 2004 obtendo-se a tabela final existente no Anexo VII.

6.2. Características das variáveis

As características dos *inputs* e *output* são apresentadas na tabela I. Observa-se que as frotas são relativamente heterogêneas, sendo o desvio padrão maior que a média para algumas variáveis.

Tabela I - Caracterização dos *inputs* e *output*

Variáveis		Fontes	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Output	Horas de Voo (horas)	RAFA ⁽¹⁾	368.25	4,761.42	1,943.59	1,106.906
Input	Combustíveis e Lubrificantes (€)	SICOMB e SIG	23,883.67	8,933,926.71	1,654,792.57	2,295,188.479
	Manutenção (€)	RAFA ⁽¹⁾	66,318.56	30,950,379.93	3,389,591.80	5,224,922.609
	Vencimentos (€)	SIPAV	149,134.20	4,896,775.38	2,268,595.30	1,093,113.476

(1) Relatório de Atividade da Força Aérea

6.3. Instruções a inserir no DEAP

Para o *software* DEAP realizar a análise, torna-se necessário inserir algumas indicações, tais como, o número de DMU's, períodos, *inputs* e *outputs*, a orientação da análise, (orientada para o *output* ou para o *input*), o tipo de hipótese (rendimentos constantes de escala ou rendimentos variáveis de escala) e o tipo de modelo DEA. (cf Anexo VIII).

Para esta análise, as instruções inseridas foram as seguintes: Oito DMU's – frotas em análise; Nove períodos – anos em análise; Três *inputs*, – custos com os Combustíveis e Lubrificantes, custos com a Manutenção e custos com Vencimentos; Um *output* – as Horas de Voo; Orientação para os *inputs* - Para a FA, o cumprimento da sua Missão é o pilar essencial da sua existência. Deste modo o objetivo da FA não é reduzir as horas de voo anuais, mas sim os recursos utilizados para realizar a sua missão; Rendimentos Variáveis de Escala; Modelo *Malmquist*, pois é o único neste *software* (DEAP) que calcula a variação de eficiência ao longo dos anos.

6.4. Análise dos Resultados

Com base no que foi exposto, o objetivo da análise é demonstrar a variação da eficiência das frotas ao longo dos últimos anos. Os resultados são apresentados na tabela II e III, com o resultado do índice de *Malmquist* apresentado na coluna “variação da produtividade total”. Este divide-se em variação da eficiência técnica e variação tecnológica. Por sua vez, a variação da eficiência técnica subdivide-se em variação de eficiência pura e variação da eficiência de escala.

Tabela II - Resumo do índice *Malmquist* em função dos anos

Ano	Variação da eficiência técnica	Variação tecnológica	Variação da eficiência técnica pura	Variação da eficiência de escala	Variação da produtividade total
2005	0.831	1.039	0.872	0.952	0.863
2006	1.102	1.316	1.076	1.024	1.450
2007	0.805	0.893	0.661	1.217	0.719
2008	0.658	1.743	0.875	0.752	1.147
2009	1.158	1.002	1.048	1.104	1.160
2010	0.998	0.813	1.043	0.957	0.812
2011	0.869	0.910	0.817	1.065	0.791
2012	0.800	1.048	0.999	0.800	0.838
Média	0.998	0.813	1.043	0.957	0.812

A tabela II apresenta o crescimento da produtividade ao longo do período de tempo estipulado. Verifica-se que o índice de produtividade total de *Malmquist* diminuiu ao longo dos anos (excluindo o ano de 2005 e 2007), o que significa que as frotas têm vindo a perder a sua eficiência.

A produtividade total no ano de 2005 e 2007 foi negativa indo em contra ao que era esperado.

Tabela III - Resumo do índice *Malmquist* em função das DMU's

DMU	Variação da eficiência técnica	Variação tecnológica	Variação da eficiência técnica pura	Variação da eficiência de escala	Variação da produtividade total
Epsilon	0.914	1.029	1.000	0.952	0.941
Alpha-Jet	0.827	1.158	0.841	1.024	0.958
F-16	0.971	1.022	0.969	1.217	0.992
C-130	0.787	1.097	0.807	0.752	0.864
Falcon	0.823	1.099	0.888	1.104	0.904
Alouette III	0.989	1.002	1.026	0.957	0.991
P-3	0.827	1.068	0.810	1.065	0.884
Chipmunk	1.000	1.053	1.000	1.000	1.053
Média	0.889	1.065	0.913	0.972	0.946

Na tabela III, é possível verificar que o valor da variação da produtividade total é maior do que um apenas na frota Chipmunk, ou seja, apenas esta obteve ganhos de produtividade no período considerado.

Os valores da variação da eficiência técnica estão associados a boas práticas na gestão da atividade. Para o período em análise, podemos observar que a variação da eficiência assume valor um apenas numa frota, o que significa que a sua eficiência técnica manteve-se durante este período. No entanto, as restantes tiveram valores inferiores a um, significando que houve uma regressão da eficiência técnica.

A variação da eficiência técnica pura e a variação da eficiência de escala obtiveram resultados mistos. A melhoria na eficiência técnica pura significa uma

melhoria na capacidade de gestão, tais como, um melhor equilíbrio entre *inputs* e *outputs*. A eficiência de escala é crescente em algumas frotas devido ao aumento da utilização da capacidade de gestão.

A variação de eficiência tecnológica é a consequência da inovação, ou seja, a utilização de novas tecnologias. Esta evidencia-se em todas as frotas, resultado do investimento em novas tecnologias e em equipamentos utilizados por estas.

No geral, observam-se duas combinações de variação da eficiência técnica e variação tecnológica:

1. Neste período de análise a frota Chipmunk manteve a eficiência técnica e aumentou a eficiência tecnológica. Isto significa que os fatores organizacionais estão atualizados com a utilização de *inputs* e *outputs* e que houve uma evolução a nível tecnológico;
2. Todas as outras frotas diminuíram a sua eficiência técnica e aumentaram a eficiência tecnológica, pelo que é preciso melhorar as suas capacidades de gestão a fim de melhorar seu desempenho.

Globalmente, os resultados mostraram que, em termos tecnológicos, houve uma evolução significativa, no entanto, as capacidades de gestão terão de ser ajustadas.

7. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

O objetivo do trabalho final de mestrado consistiu na realização de uma análise da variação da eficiência das frotas de aeronaves da Força Aérea no período de 2004 a 2012. O resultado obtido foi caracterizado por uma intensa volatilidade. Esta volatilidade coincide também com o facto de a Economia estar a atravessar um período de recessão, afetando negativamente os orçamentos disponíveis para a prossecução dos objetivos pretendidos ou traçados pelas organizações, em particular pela FA. A análise foi baseada num modelo DEA que permite a introdução de múltiplos *inputs* e *outputs* de modo a determinar a eficiência.

Após uma análise e interpretação cuidadas dos resultados obtidos, concluir-se que todas as frotas apresentam melhorias a nível da eficiência tecnológica, o que significa que a FA preocupa-se em inovar e melhorar as suas frotas a nível de *software* e equipamentos de topo, no sentido de poder responder a todos os desafios de forma rápida e eficaz. Contudo, o mesmo não se verifica a nível da eficiência técnica, onde a sua variação foi negativa, excetuando a frota Chipmunk, que se manteve. Isto permite afirmar que a capacidade de gestão das frotas que tiveram uma variação da eficiência técnica negativa não está adequada, pelo que se torna necessário ajustar as medidas tomadas.

No que concerne à variação da eficiência total, verifica-se que esta é negativa em todas as frotas, exceto no Chipmunk. Estes valores negativos devem-se ao facto de a variação positiva da eficiência tecnológica não compensar a variação negativa da eficiência técnica.

A produtividade total no ano de 2005 e 2007 é negativa devido ao facto de nesses anos os custos de manutenção com o F-16 serem bastante elevados. Este aumento, deriva do *upgrade* que algumas aeronaves sofreram para a versão Mid Life Update (MLU) (cf. Anexo IV, tabela 2).

A produtividade total das frotas foi positiva até 2009. A partir desse ano e até 2012 a sua variação foi negativa. É responsável por esta perda de eficiência a atual conjuntura económica. Com os cortes orçamentais, o número de horas de voo anuais foram reduzidos mas alguns custos associados a essas horas não acompanharam a redução, o que leva a uma diminuição da produtividade total. De salientar que no ano de 2009, no início da crise, se observa um pequeno aumento da produtividade face ao ano anterior, devido a uma resiliência, ou seja, uma tentativa de resistência à crise.

A média da produtividade total das frotas é 0.946, sendo que existem quatro frotas com valores abaixo da média. Deste modo, essas frotas deveriam melhorar a sua produtividade. Para tal, seria necessário proceder à redução do pessoal em cada frota, transferindo-o para outras funções. Além disso, poderia ser levado a cabo a “canibalização” de algumas aeronaves, isto é, a transferência de peças das que se encontram menos ativas para outras, tornando-as mais operacionais. Deste modo, ver-se-iam reduzido os custos de manutenção e combustível.

Analisando os dados acima referidos, é possível comprovar a Teoria Baseada nos Recursos, uma vez que, os recursos utilizados pela FA influenciaram a produtividade total das frotas. Assim, pode-se afirmar que a FA não está a rentabilizar os seus *inputs* da forma mais correta.

Um dos objetivos primários deste trabalho consistia em realizar esta análise mas num período de tempo mais alargado, de 1996 a 2012. No entanto, tal não foi possível pois, até 2003, os consumos de combustíveis e lubrificantes eram registados na Conta-Programa do Sistema de Informação de Planeamento, Programação e Orçamento (SIPPO), e estes valores não estavam a ser congruentes com os registos efetuados após 2003 no SICOMB. Isto verificou-se provavelmente porque a base de registo do SIPPO não coincidia com a do SICOMB, talvez pelo facto de este ultimo ter sido criado para melhorar a sua forma de registo. Assim, a análise passou a abarcar um período menor, de 2004 a 2012.

Outro objetivo inicial era avaliar a eficiência das frotas da FA de forma a ver quais eram as mais eficientes, mas este também não foi possível de concretizar uma vez que as frotas têm características próprias, não sendo comparáveis entre si. Por isso, foi aplicado o modelo *Malmquist* para se poder analisar não a eficiência das frotas mas sim a variação da sua eficiência nos últimos anos.

Outra dificuldade sentida neste trabalho prendeu-se com a recolha dos dados necessários para a análise. O modo como a FA regista a sua despesa não permitiu que os dados necessários para a análise fossem recolhidos diretamente do sistema, tendo sido criados alguns pressupostos para poder obter todos os dados. Fator que também não permitiu a abordagem a períodos mais alargados.

Sendo este trabalho realizado numa organização militar, pode-se perceber há partida que foi um desafio a todos os níveis. A nível organizacional, pois permitiu compreender melhor o modo de trabalho da organização. A nível académico pelo facto de ter alargado os meus conhecimentos a nível gestão, pois é um modelo com mais-

valias nesta aérea e nunca abordado ao longo da minha formação. A nível profissional, por ter mudado a minha maneira de analisar em certas situações.

Futuramente, este trabalho poderá servir de modelo para novas análises na organização, nesta ou em outras áreas. De forma a levar a cabo um dos objetivos iniciais deste trabalho, poderia ser realizada uma análise da eficiência das aeronaves de uma só frota, pois deste modo, todas as DMU's têm as mesmas características. Este tipo de análise também poderá ser utilizado noutros ramos das Forças Armadas.

Uma outra possível abordagem recai no sentido de melhorar a atual, com o objetivo de incluir a frota EH-101 e C-295 neste tipo de análise.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, A., & Seiford, L. (1993). The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. *The Measurement of Productive Efficiency*, 120-159.
- Amit, R., & Schoemaker, P. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal* 14(1), 33-46.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30, 1078-1092.
- Barreira, V. M. (2013). Força Aérea Portuguesa, presente e futuro. *Tecnologia Militar - TECMIL* 1, 25-29.
- Barros, C. P. (2008). Efficiency analysis of hydroelectric generating plants: A case study for Portugal. *Energy Economics* 30, 59-75.
- Barros, C. P. (2005). Measuring Efficiency in the Hotel Sector. *Annals of Tourism Research*, 32, 2, 456-477.
- Barros, C. P. (2008). Airports in Argentina: Technical efficiency in the context of an economic crisis. *Journal of Air Transport Management* 14, 315-319.

- Barros, C. P., & Dieke, P. U. (2008). Measuring the economic efficiency of airports: A Simar - Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E* 44, 1039-1051.
- Barros, C. P., & Peypoch, N. (2009). An evaluation of European airlines' operational performance. *Int. J. Production Economics* 122, 525-533.
- Cardeal, N. C. (2010). PME's em "clusters": Desenvolvimento de vantagens competitivas em indústrias maduras, em mudança lenta. O caso da indústria portuguesa de calçado. Tese de doutoramento em Gestão no *ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa*.
- Carvalho, F. (2007). *Custo da Hora de Voo*. Força Aérea Portuguesa, Tese de mestrado em Contabilidade, Fiscalidade e Finanças Empresariais no ISEG.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operations Research* 2, 429-444.
- Coelli, T. (08 de 1996). Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) Working Papers. 1-30.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (s.d.). *Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations*, Boston.

- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Fare, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge University Press.
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120, 253-290.
- Força Aérea. (2012). *Plano de Desenvolvimento Sustentado (Operacional) 2012-18*, Lisboa, Força Aérea Portuguesa.
- González, B., Rubio, V., & Alaminos, D. (2007). Relative efficiency within a tax administration: the effects of result improvement.
- Horngren, C., Datar, S., Foster, G., Rajan, M., & Ittner, C. (2009). *Cost Accounting A Managerial Emphasis, 13ª Edição*. Upper Saddle River: New Jersey: Pearson Education.
- Jorge, D. (2012). *Custo da Hora de Voo no Contexto Global da Força*, Tese de Mestrado em Aeronáutica Militar na Força Aérea Portuguesa.
- Júnior, S., & Mello, J. (Dezembro de 2007). Utilização de modelo DEA com restrições cone rático não arquimedianas para avaliação dos pilotos no campeonato mundial de fórmula 1 do ano de 2006, Brasil.

- Newbert, S. (2007). Empirical research on the resource-based view of the firm: an assessment and suggestions for future research. *Strategic Management Journal*, 121-146.
- Parker, D. (1999). The performance of the BAA before and after privatisation. *Journal of Transport Economics and Policy* 33, 133-146.
- Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8, 183-192.
- Penrose, E. (1959). The Theory of the Growth of the Firm. *Wiley Sons: NewWiley Sons: New York*.
- Pereira, E. d. (2010). *O papel da Orçamentação na Força Aérea Portuguesa: Diferenças e semelhanças com o sector privado*. Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Powell, T. (2001). Competitive advantage: Logical and philosophical considerations. *Strategic Management Journal*, 875-888.
- Raab, R., & Lichty, R. (2002). Identifying sub-areas that comprise a greater metropolitan area: the criterion of country relative efficiency. *Journal of Regional Science* 42, 579-594.

- ROLL, Y., GOLANY, B., & SEROUSSY, D. (1989). Measuring the efficiency of maintenance units in the Israeli Air Force. *European Journal of Operational Research* 43, 136-142.
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5, 171-180.
- Yoshida, Y., & Fujimoto, H. (2004). Japanese-airport benchmarking with DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of over-investment in Japanese regional airports. *Transportation Research Part E* 40, 533-546.
- Zhu, J. (2002). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. *Kluwer Academic Publishers*, Boston.

9. LEGISLAÇÃO CONSULTADA E OUTROS DOCUMENTOS

Web:

(s.d.). Obtido em 15 de Julho de 2013, de www.iseg.pt:https://aquila.iseg.utl.pt/aquila/publico/degreeSite/viewCurricularCourse.faces?degreeID=274°reeCurricularPlanID=3076&executionYearID=1189&curricularCourseID=18269&organizeBy=years&showRules=false&hideCourses=false&action=null&contentContextPath_PATH=

Estrutura da Força Aérea. (2013). Obtido em 2 de Julho de 2013, de Força Aérea

Portuguesa: <http://www.emfa.pt/www/unidades>

Lockheed P-3C CUP+ ORION. (2013). Obtido em 6 de Julho de 2013, de Força Aérea:

<http://www.emfa.pt/www/aeronave-15>

Sudaviation - SE 3160 Alouette III. (2013). Obtido em 5 de Julho de 2013, de Força

Aérea: <http://www.emfa.pt/www/aeronave-3>

Documentação Interna:

Diretiva N°7/2007 (30 de Setembro de 2007) - Missão, Numeração e Distintivos das

Unidades Aéreas. Obtido em 24 de Junho de 2013.

Decreto de Lei N°232/2009 Capítulo I, Artigo 2°. (15 de Setembro de 2009). Obtido em

Julho de 1 de 2013, de <http://www.emfa.pt>

Diretiva N°02/2004. (2010) - Cálculo Automático do Custo da Hora de Voo. Obtido em

15 de Julho de 2013.

Lei Organica n°1 – A/2009.(7 de Julho de 2009) - Lei Organica de Bases da

Organização das Forças Armadas. Obtido em 28 de Junho de 2013.

Apresentação em PowerPoint. (7 de Julho de 2012).- Curso de Promoção a Oficial General. Obtido em 9 de Março de 2013.

Relatório Anual de Atividade da Força Aérea (2004)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2005)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2006)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2007)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2008)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2009)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2010)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2011)

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa (2012)

10.ANEXOS

Anexos I – Revisão da eficiência

Na tabela seguinte são apresentados alguns artigos, recolhido com a pesquisa bibliográfica, onde é utilizado o modelo DEA.

Artigo	Modelo	Unidades	Inputs	Outputs
Y. Roll, B. Golany & D. Serroussy (1989)	DEA-CCR	5 Unidades de Manutenção da Força Aérea de Israel	<ul style="list-style-type: none"> • Horas totais de trabalho; • Número de aviões atribuídos à esquadra; • Peças consumidas; • Uso de equipamentos e ferramentas especiais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de manobras; • Número de Horas de Voo; • Flexibilidade Operacional da Unidade; • Número de acidentes em voo; • Número de aeronaves ao serviço; • Tempo médio de compor a aeronave; • Poupança de peças.
Barros (2008)	DEA-Malmquist	25 centrais hidroelétricas de Portugal, 2000-2004	<ul style="list-style-type: none"> • Número de trabalhadores; • Capital; • Custos operacionais; • Investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção em Mwh; • Utilização da capacidade total em %.
Yoshida e Fujimoto (2004)	DEA-CCR e DEA-BCC	43 Aeroportos Japoneses	<ul style="list-style-type: none"> • Comprimento da pista; • Tamanho do aeroporto; • Custos de acesso em termos monetários; • Custos de acesso em termos de tempo; • Número de trabalhadores na construção do aeroporto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de embarque dos passageiros; • Movimentação das bagagens; • Movimento de aeronaves.
Pels, NijKamp e Rietveld (2001)	DEA-BCC	34 Aeroportos Europeus	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho do aeroporto em m²; • Número de estacionamento de aeronaves no aeroporto; • Número de estacionamento de aeronaves remotas; • Número de meses de <i>check-in</i>; • Número de reclamações de bagagens. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de passageiros; • Movimento de aeronaves de transporte.
Parker (1999)	DEA-CCR e DEA-BCC	32 Aeroportos Americanos na primeira análise e 22 na segunda	<ul style="list-style-type: none"> • Número de funcionários; • Input de capital estimado como um aluguer anual, com base numa taxa real de 8% ao ano; • Outros inputs definidos como custos operacionais residuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de negócios; • Passageiros transportados; • Carga.
Barros (2005)	DEA-BCC	43 Pousadas Portuguesas no ano de 2001	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhadores a tempo inteiro; • Custo de mão-de-obra; • Número de quartos; • Área da Pousada; • Valores do bens; • Custos operacionais; • Custos externos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vendas; • Número de clientes; • Noites.

Anexos II – Evolução da FA

Figura 1 – Evolução da Força Aérea em Termos de Infraestruturas

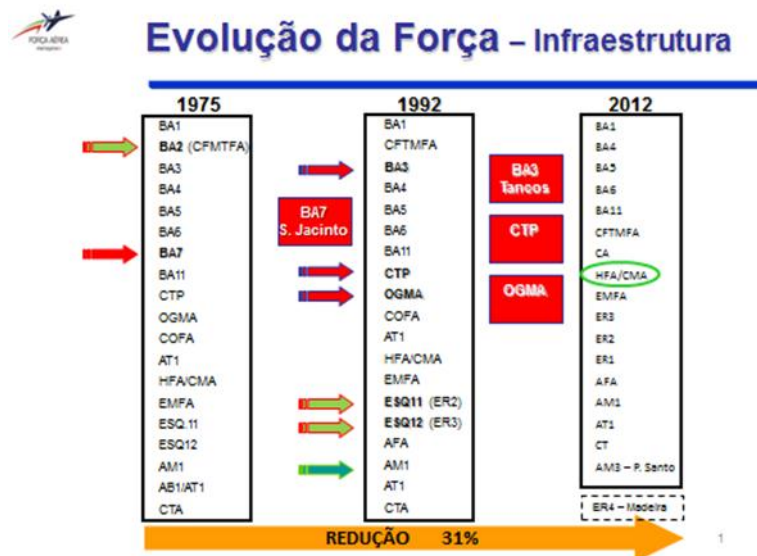


Figura 2 – Evolução da Força Aérea em termos de meios aéreos



Figura 3 – A evolução das Horas de Voo de 1990 a 2012

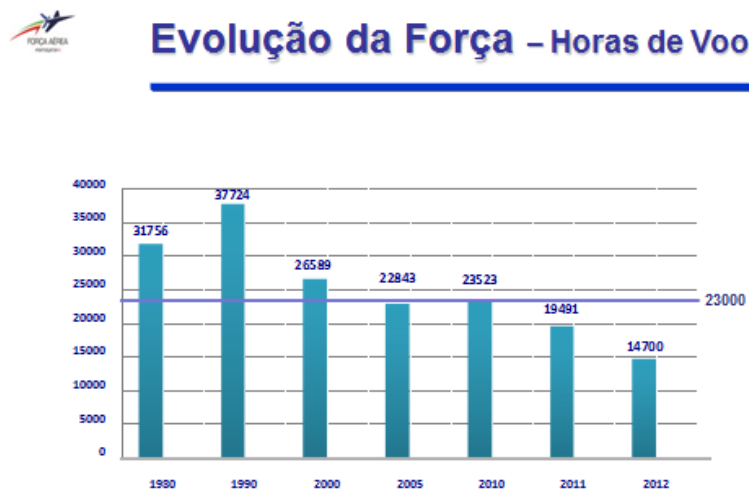
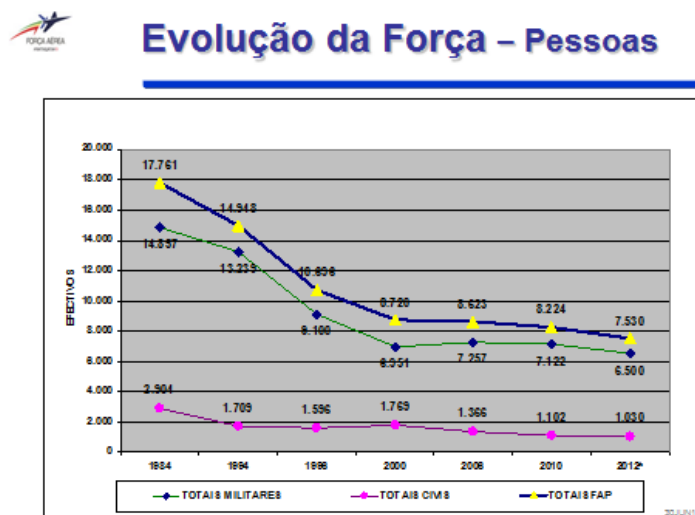










Figura 4 – Número de Pessoas Militares e Cíveis na Força Aérea.



Imagens recolhidas de uma apresentação feita na FA a 17 de julho de 2012

Anexos III – Unidades Aéreas

A tabela seguinte apresenta o número e o nome da Unidade Aérea, o seu distintivo e os Elementos de missão associados.

Número	Identificação	Missão	Elementos de Missão
101	Roncos 	Ministra formação ¹ elementar e básica do curso de pilotagem.	<ul style="list-style-type: none"> Formação elementar e básica do curso de pilotagem.
103	Caracóis 	Ministra formação avançada de pilotagem e conversão operacional para aviões de combate.	<ul style="list-style-type: none"> Formação avançada; Conversão operacional para aviões de combate.
201	Falcões 	Executar operações de Defesa Aérea e de Ataque Convencional.	<ul style="list-style-type: none"> Operações de Luta Aérea Defensiva; Operações de Luta Aérea Ofensiva, exceto <i>Suppression of Enemy Air Defences</i> (SEAD); Operações de <i>Anti-Surface Force Air Operations</i> (ASFAO) em todo o espectro (AI, CAS, ASUW) – expeto ASW
301	Jaguares 		
501	Bisontes 	Executar operações de transporte aéreo e de busca e salvamento	<ul style="list-style-type: none"> Operações de transporte aéreo logístico intrateatro e interteatro; Operações aerotransportadas; Operações aéreas especiais; Operações de evacuação sanitária; Operações de busca e salvamento.
502	Elefantes 	Executar operações de transporte aéreo, de busca e salvamento de vigilância marítima e de reconhecimento e fotografia aérea.	<ul style="list-style-type: none"> Operações aerotransportadas; Operações aéreas especiais; Operações de evacuação sanitária; Operações de busca e salvamento; Operações de reconhecimento e fotografia aérea; Operações de vigilância marítima.
504	Linces 	Executar operações de transporte aéreo e de verificação de rádio-ajudas à navegação.	<ul style="list-style-type: none"> Operações de transporte especial; Operações de transporte geral; Operações de evacuação sanitária; Verificação de rádio-ajudas à navegação.
552	Zangões 	Executar operações de transporte aéreo e apoio tático e geral, formação básica e avançada de	<ul style="list-style-type: none"> Mobilidade e assalto; Transporte tático e geral; Reconhecimento e apoio; Operações de busca e salvamento e

¹ De acordo com o RDINST 140-B (B), alteração nº3 de 5ABR07




		helicópteros.	de evacuação sanitária; <ul style="list-style-type: none"> • Formação básica de pilotagem em helicópteros; • Formação avançada de pilotagem em helicópteros.
601	Lobos 	Executar operações em ambiente marítimo	<ul style="list-style-type: none"> • Operações de luta anti-superfície; • Operações de luta anti-submarina; • Operações de informações, vigilância e reconhecimento; • Operações de busca e salvamento.
751	Pumas 	Executar operações de apoio tático e de busca e salvamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilidade e assalto; • Transporte tático e geral; • Reconhecimento e apoio; • Operações de busca e salvamento e de evacuação sanitária; • Operações de vigilância e fiscalização marítima; • Extração de combatente em âmbito CSAR.
802	Águias 	Ministrar formação elementar de pilotagem, adaptação ao voo e iniciação ao voo à vela.	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de adaptação ao voo; • Seleção de candidatos de pilotagem; • Iniciação ao voo à vela.

Tabela retirada do Anexo A da Diretiva nº 7/2007- Missão, Numeração e Distintivo das Unidades Aéreas.

Anexos IV – Tabela das Horas de Voo e Custos de Manutenção

Tabela 1 - Horas de Voo (valores em horas) realizadas por todas as frotas no período de análise. Estes valores foram retirados do Anuário Estatístico da FA dos respectivos anos. Todos os valores estão apresentados com uma formatação específica.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Epsilon	3,217.83	2,925.16	3,276.58	3,675.58	3,752.67	3,675.92	3,174.92	2,752.00	2,750.00
Alpha-Jet	3,323.58	2,714.17	2,167.08	2,100.00	1,561.75	1,341.08	1,426.17	846.00	480.00
F-16	3,770.17	3,452.42	3,967.92	3,451.92	3,876.83	4,295.00	4,761.42	3,744.33	2,695.25
C-130	2,137.67	1,885.75	2,081.08	1,663.00	2,423.17	1,912.83	2,117.58	1,463.67	863.92
Falcon	783.50	727.75	784.58	929.92	786.50	820.92	745.58	604.00	368.25
Alouette III	2,060.80	2,422.25	2,725.75	2,161.50	2,178.92	2,109.67	2,109.67	1,600.00	1,044.67
P-3	860.16	890.33	823.25	848.33	811.67	969.16	1,030.00	890.75	588.92
Chipmunk	1,301.50	1,170.50	1,388.50	1,233.80	1,422.16	1,308.00	1,140.16	1,100.42	1,472.17
Total	17,455.21	16,188.33	17,214.74	16,064.05	16,813.67	16,432.58	16,505.50	13,001.17	10,263.18

Tabela 2 – Custos de Manutenção (valores em euros) que cada frota teve de 2004 a 2012. Estes valores estão deflacionados ao ano de 2004 e foram também retirados do Anuário Estatístico da FA dos respectivos anos.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Epsilon	593,033.00	711,478.46	605,708.65	1,361,583.72	754,004.08	575,244.23	739,520.09	497,192.42	491,721.35
Alpha-Jet	6,639,903.00	6,753,190.79	5,351,923.97	3,481,288.36	1,772,716.05	1,954,244.45	2,400,226.55	1,526,307.11	1,312,508.33
F-16	12,200,234.00	30,950,379.93	5,861,164.83	21,824,154.94	21,873,345.03	10,155,426.91	9,888,287.24	7,410,372.41	6,801,102.86
C-130	3,159,587.00	3,963,328.48	2,678,478.28	2,330,264.86	4,843,772.10	7,681,152.92	5,072,104.29	2,747,494.31	2,208,047.14
Falcon	1,279,452.00	2,277,155.76	1,652,391.38	1,085,473.08	1,968,617.79	1,344,912.00	2,504,035.72	799,295.13	1,389,247.09
Alouette III	1,631,342.00	1,967,447.61	1,074,650.99	2,224,998.57	1,647,028.55	2,199,331.56	1,827,658.43	1,630,016.96	220,671.43
P-3	1,279,553.00	1,761,731.56	633,270.06	4,192,506.71	1,872,092.47	350,585.65	1,027,311.45	1,472,965.34	1,307,946.48
Chipmunk	674,792.00	469,311.03	372,161.39	319,698.18	83,567.74	66,318.56	68,896.08	86,297.13	117,386.59
Total	27,457,896.00	48,854,023.61	18,229,749.54	36,819,968.41	34,815,143.83	24,327,216.28	23,528,039.86	16,169,940.81	13,848,631.26

Anexos V – Tabela dos Custos com Combustíveis e Lubrificantes

Tabela com os Custo com Combustíveis e Lubrificantes (valor em euros) de cada frota para todos os anos da análise. Estes contem três tipos de combustíveis, JP-8, 100-LL e Jet-A1 e vários tipos de lubrificantes, O-148, O-156, O-152, H-515 e O-162. Estes valores estão deflacionados ao ano de 2004.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Epsilon	171,734.44	155,946.63	195,368.63	208,682.09	311,794.43	252,977.16	248,480.93	232,323.72	249,587.49
Alpha-Jet	2,546,075.46	1,891,976.23	1,646,260.56	1,517,869.80	1,309,120.34	750,589.95	1,007,091.23	863,338.49	475,945.99
F-16	6,547,655.31	5,739,081.67	7,130,696.28	6,056,113.20	8,933,926.71	8,562,045.58	8,173,594.31	7,716,597.59	6,248,822.16
C-130	2,948,459.96	2,471,768.69	2,634,441.76	1,972,189.09	2,115,138.44	2,281,964.23	2,796,240.27	3,357,535.14	1,857,910.08
Falcon	486,096.38	440,384.48	376,355.79	456,693.29	353,352.00	338,178.41	358,889.22	487,355.80	329,950.04
Alouette III	205,907.80	240,343.28	299,068.26	234,305.59	273,023.65	208,028.42	256,782.08	211,277.90	166,205.69
P-3	1,264,530.18	1,238,594.61	1,240,167.44	1,272,452.40	1,347,817.73	1,103,855.94	1,053,080.47	1,680,668.20	1,284,204.11
Chipmunk	25,744.31	23,883.67	29,186.48	43,228.43	51,348.81	37,249.87	40,989.80	41,235.42	65,284.97
Total	14,196,203.84	12,201,979.27	13,551,545.19	11,761,533.90	14,695,522.10	13,534,889.56	13,935,148.31	14,590,332.27	10,677,910.53

Anexos VI – Tabela dos Custos com o Vencimento

Tabela correspondente aos Custos com o Vencimento (valores em euros) para todas as frotas de 2004 a 2012 incluindo o pessoal das operações de manutenção de qualidade e apoio. Estes valores estão deflacionados ao ano de 2004.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Epsilon	2077243.48	1920301.597	2232936.844	2085240.576	1907733.429	2467807.104	2494168.467	2941284.475	2568014.008
Alpha-Jet	4896775.38	2723853.61	2716180.245	3006687.05	2813986.912	3218387.666	3124427.807	3148394.923	2519393.51
F-16	4820284.58	3586556.969	3249984.41	2931018.434	2694161.048	3220435.663	3806307.087	3504810.735	3175671.45
C-130	2742944.24	2617616.075	2545330.765	2579775.791	2464870.587	3001473.43	3280570.254	3275052.975	3110155.791
Falcon	1104701.4	1101483.633	1079822.321	1044128.991	1134356.514	1128354.185	1192814.841	1175477.353	1284826.885
Alouette III	2122121.86	2262544.818	2236548.194	1621737.313	2258910.677	2910026.824	2900472.596	2547688.091	2321385.987
P-3	2914242.42	2762190.863	2763775.579	2803463.18	2291013.708	2580518.967	3105005.41	2949586.636	2735907.804
Chipmunk	163380.6497	162632.5559	162334.462	149134.1962	153544.7622	169827.7404	181161.9717	190820.7539	203080.406
Total	20,841,694.01	17,137,180.12	16,986,912.82	16,221,185.53	15,718,577.64	18,696,831.58	20,084,928.43	19,733,115.94	17,918,435.84

Anexos VII – Tabela Geral

Tabela final, com todos os dados dos *inputs* e *outputs*. Esta tabela foi construída conforme as regras do *software* DEAP e os valores estão deflacionados ao ano de 2004.

		Outputs	Inputs		
		Horas de Voo (Horas)	Combustíveis e lubrificantes (€)	Manutenção (€)	Vencimento (€)
2004	Epsilon	3217.83	171734.44	593033.00	2077243.48
	Alpha-Jet	3323.58	2546075.46	6639903.00	4896775.38
	F-16	3770.17	6547655.31	12200234.00	4820284.58
	C-130	2137.67	2948459.96	3159587.00	2742944.24
	Falcon	783.50	486096.38	1279452.00	1104701.40
	Alouette III	2060.80	205907.80	1631342.00	2122121.86
	P-3	860.16	1264530.18	1279553.00	2914242.42
	Chipmunk	1301.50	25744.31	674792.00	163380.65
2005	Epsilon	2925.16	155946.63	711478.46	1920301.60
	Alpha-Jet	2714.17	1891976.23	6753190.79	2723853.61
	F-16	3452.42	5739081.67	30950379.93	3586556.97
	C-130	1885.75	2471768.69	3963328.48	2617616.07
	Falcon	727.75	440384.48	2277155.76	1101483.63
	Alouette III	2422.25	240343.28	1967447.61	2262544.82
	P-3	890.33	1238594.61	1761731.56	2762190.86
	Chipmunk	1170.50	23883.67	469311.03	162632.56
2006	Epsilon	3276.58	195368.63	605708.65	2232936.84
	Alpha-Jet	2167.08	1646260.56	5351923.97	2716180.25
	F-16	3967.92	7130696.28	5861164.83	3249984.41
	C-130	2081.08	2634441.76	2678478.28	2545330.77
	Falcon	784.58	376355.79	1652391.38	1079822.32
	Alouette III	2725.75	299068.26	1074650.99	2236548.19
	P-3	823.25	1240167.44	633270.06	2763775.58
	Chipmunk	1388.50	29186.48	372161.39	162334.46
2007	Epsilon	3675.58	208682.09	1361583.72	2085240.58
	Alpha-Jet	2100.00	1517869.80	3481288.36	3006687.05
	F-16	3451.92	6056113.20	21824154.94	2931018.43
	C-130	1663.00	1972189.09	2330264.86	2579775.79
	Falcon	929.92	456693.29	1085473.08	1044128.99
	Alouette III	2161.50	234305.59	2224998.57	1621737.31
	P-3	848.33	1272452.40	4192506.71	2803463.18
	Chipmunk	1233.80	43228.43	319698.18	149134.20
2008	Epsilon	3752.67	311794.43	754004.08	1907733.43
	Alpha-Jet	1561.75	1309120.34	1772716.05	2813986.91
	F-16	3876.83	8933926.71	21873345.03	2694161.05
	C-130	2423.17	2115138.44	4843772.10	2464870.59
	Falcon	786.50	353352.00	1968617.79	1134356.51
	Alouette III	2178.92	273023.65	1647028.55	2258910.68
	P-3	811.67	1347817.73	1872092.47	2291013.71
	Chipmunk	1422.16	51348.81	83567.74	153544.76
2009	Epsilon	3675.92	252977.16	575244.23	2467807.10
	Alpha-Jet	1341.08	750589.95	1954244.45	3218387.67
	F-16	4295.00	8562045.58	10155426.91	3220435.66
	C-130	1912.83	2281964.23	7681152.92	3001473.43

	Falcon	820.92	338178.41	1344912.00	1128354.19
	Alouette III	2109.67	208028.42	2199331.56	2910026.82
	P-3	969.16	1103855.94	350585.65	2580518.97
	Chipmunk	1308.00	37249.87	66318.56	169827.74
2010	Epsilon	3174.92	248480.93	739520.09	2494168.47
	Alpha-Jet	1426.17	1007091.23	2400226.55	3124427.81
	F-16	4761.42	8173594.31	9888287.24	3806307.09
	C-130	2117.58	2796240.27	5072104.29	3280570.25
	Falcon	745.58	358889.22	2504035.72	1192814.84
	Alouette III	2109.67	256782.08	1827658.43	2900472.60
	P-3	1030.00	1053080.47	1027311.45	3105005.41
	Chipmunk	1140.16	40989.80	68896.08	181161.97
2011	Epsilon	2752.00	232323.72	497192.42	2941284.48
	Alpha-Jet	846.00	863338.49	1526307.11	3148394.92
	F-16	3744.33	7716597.59	7410372.41	3504810.73
	C-130	1463.67	3357535.14	2747494.31	3275052.98
	Falcon	604.00	487355.80	799295.13	1175477.35
	Alouette III	1600.00	211277.90	1630016.96	2547688.09
	P-3	890.75	1680668.20	1472965.34	2949586.64
	Chipmunk	1100.42	41235.42	86297.13	190820.75
2012	Epsilon	2750.00	249587.49	491721.35	2568014.01
	Alpha-Jet	480.00	475945.99	1312508.33	2519393.51
	F-16	2695.25	6248822.16	6801102.86	3175671.45
	C-130	863.92	1857910.08	2208047.14	3110155.79
	Falcon	368.25	329950.04	1389247.09	1284826.88
	Alouette III	1044.67	166205.69	220671.43	2321385.99
	P-3	588.92	1284204.11	1307946.48	2735907.80
	Chipmunk	1472.17	65284.97	117386.59	203080.41

Anexos VIII – Ficheiro de Instruções do DEAP

Exemplo de um ficheiro de instruções utilizado no *software* DEAP.

frot-dta.txt	DATA FILE NAME
mal-out.txt	OUTPUT FILE NAME
8	NUMBER OF FIRMS
9	NUMBER OF TIME PERIODS
1	NUMBER OF OUTPUTS
3	NUMBER OF INPUTS
0	0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
1	0=CRS AND 1=VRS
2	0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST- DEA, 3=DEA(1-STAGE), 4=DEA(2-STAGE)